

22.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 2 月 1 7 日
Date of Application:

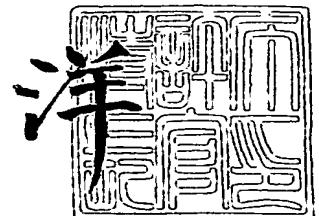
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 4 1 9 2 0 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 4 1 9 2 0 1]

出 願 人 信越半導体株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 AX0235752S
【提出日】 平成15年12月17日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 C30B 25/14
H01L 21/205
【発明者】
【住所又は居所】 群馬県安中市磯部二丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 半導
体磯部研究所内
【氏名】 山田 透
【特許出願人】
【識別番号】 000190149
【氏名又は名称】 信越半導体株式会社
【代理人】
【識別番号】 100095751
【弁理士】
【氏名又は名称】 菅原 正倫
【電話番号】 052-212-1301
【ファクシミリ番号】 052-212-1302
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 003388
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9901665

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、

水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から前記反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持される前記シリコン単結晶基板の前記主表面に沿って前記原料ガスが流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成され、前記内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記シリコン単結晶基板が配置される一方、前記サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、

さらに、前記ガス導入口は前記堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの前記原料ガスが、前記堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、前記サセプタ上の前記シリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、

前記堤部材の上から被さるように上部内張り部材が配置され、前記堤部材と前記上部内張り部材とによって、前記反応容器内へのガス導入隙間が形成されており、

前記反応容器の前記第一端部から前記サセプタの回転軸線と直交して前記第二端部に至る前記原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、前記サセプタの回転軸線と、前記水平基準線との双方に直交する方向を幅方向と定義したとき、

前記水平基準線から前記幅方向に遠ざかるにつれて、前記ガス導入隙間の前記水平基準線と平行な方向における形成長さが、連続的または段階的に短くなる、もしくはいずれの位置においても一定となるように構成されていることを特徴とする気相成長装置。

【請求項 2】

前記ガス導入隙間を形成する前記堤部材の上面と、同じく前記上部内張り部材の下面との上下方向での重なり度合いが、前記水平基準線から前記幅方向に遠ざかるにつれて小さくなる、もしくはいずれの位置においても一定となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の気相成長装置。

【請求項 3】

前記上部内張り部材の下面の内周縁が、前記堤部材の上面の内周縁よりも前記原料ガスの流れ方向上流側に位置するように構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の気相成長装置。

【請求項 4】

前記ガス導入隙間の出口側で、前記堤部材の上面の内周縁が描く円弧の中心が、前記サセプタの回転軸線に一致する一方、前記上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の中心は、前記サセプタの回転軸線よりも前記原料ガスの流れ方向下流側に設定され、

前記堤部材の上面の内周縁が描く円弧の半径よりも、前記上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の半径の方が大となるように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の気相成長装置。

【請求項 5】

シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、

水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスが前記ガス導入口から前記反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持される前記シリコン単結晶基板の前記主表面に沿って前記原料ガスが流れた後、前記ガス排出口から排出されるように構成され、前記内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上に前記シリコン単結晶基板が配置される一方、前記サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、

さらに、前記ガス導入口は前記堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口

からの前記原料ガスが、前記堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、前記サセプタ上の前記シリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、

前記堤部材の上から被さるように上部内張り部材が配置され、前記堤部材と前記上部内張り部材とによって、前記反応容器内へのガス導入隙間が形成されており、

前記上部内張り部材の下面の内周縁が、前記堤部材の上面の内周縁よりも前記原料ガスの流れ方向上流側に位置し、

前記ガス導入隙間の出口側で、前記堤部材の上面の内周縁が描く円弧の中心が、前記サセプタの回転軸線に一致する一方、前記上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の中心は、前記サセプタの回転軸線よりも前記原料ガスの流れ方向下流側に設定され、

前記堤部材の上面の内周縁が描く円弧の半径よりも、前記上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の半径の方が大となるように構成されていることを特徴とする気相成長装置

。

【請求項 6】

前記反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保持する排気系を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の気相成長装置。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の気相成長装置の前記反応容器内に前記シリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に前記原料ガスを流通させて前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とするエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 8】

前記原料ガスとして、モノクロロシランガス、ジクロロシランガスおよびトリクロロシランガスのグループから選択される 1 種のものを使用し、前記反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保ちつつ、前記シリコン単結晶基板上に前記シリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることを特徴とする請求項 7 記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【請求項 9】

前記水平基準線と平行な方向における、前記ガス導入隙間の形成長さに応じて、前記水平基準線寄りを流れる前記原料ガスの流量を調節する内側バルブと、前記水平基準線から離れたところを流れる前記原料ガスの流量を調節する外側バルブとの開閉度合いを設定することを特徴とする請求項 7 または 8 記載のエピタキシャルウェーハの製造方法。

【書類名】 明細書**【発明の名称】 気相成長装置およびエピタキシャルウェーハの製造方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるための気相成長装置と、それを用いて実現されるエピタキシャルウェーハの製造方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

シリコン単結晶基板（以下、単に「基板」と略称する）の主表面に、気相成長法によりシリコン単結晶薄膜（以下、単に「薄膜」と略称する）を形成したシリコンエピタキシャルウェーハは、バイポーラICやMOS-IC等の電子デバイスに広く使用されている。そして、電子デバイスの微細化等に伴い、素子を作りこむエピタキシャルウェーハ主表面のフラットネスに対する要求がますます厳しくなりつつある。フラットネスに影響を及ぼす因子としては、基板の平坦度と薄膜の膜厚分布とがある。ところで、近年、たとえば直径が200mmないしそれ以上のエピタキシャルウェーハの製造においては、複数枚のウェーハをバッチ処理する方法に代えて、枚葉式気相成長装置が主流になりつつある。これは、反応容器内に1枚の基板を水平に回転保持し、反応容器の一端から他端へ原料ガスを略水平かつ一方向に供給しながら薄膜を気相成長させるものである。

【0003】

上記のような枚葉式気相成長装置において、形成される薄膜の膜厚均一化を図る上で重要な因子として、反応容器内における原料ガスの流量あるいは流量分布がある。枚葉式気相成長装置においては、通常、ガス供給管を介して反応容器の一端部に形成されたガス導入口から原料ガスが供給され、基板表面に沿って原料ガスが流れた後、容器他端側の排出口から排出される構造となっている。このような構造の気相成長装置において、流量ムラを減ずるために、ガス導入口の下流側に多数の孔を形成した分散板を設けたり、あるいはガス流を幅方向に仕切る仕切板を設けたりした装置が提案されている。

【0004】

また、下記特許文献1には、ガス導入口からの原料ガスを、基板を支持するサセプタの周囲に配置された堤部材の外周面に向けて流し、堤部材を乗り越えさせる形で基板の表面に原料ガスを供給する装置の構成が開示されている。この方法の主旨は、原料ガス流を堤部材の外周面に当てることで原料ガスを分散させ、流量のムラを解消しようというものである。また、上記のような気相成長装置において、原料ガスがよりスムーズにサセプタに向かって流れるように、堤部材に改良を加えることも提案されている（下記特許文献2）。さらには、上記のような気相成長装置において、あえてサセプタの左右で原料ガスの流れを異ならせる改良を加えることも提案されている（下記特許文献3）。

【0005】

ところで、シリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させる際の代表的な問題として、パターン変形がある。パターン変形に影響する要因としてはいくつかあるが、一般には、反応容器内の圧力を下げて基板表面で生成したHClガスの拡散係数を大きくし、HClガスによるエッチング作用を低下させれば、パターン変形量を小さくできることが知られている。こうした理由から、パターンの形成されたシリコン単結晶基板上への気相エピタキシャル成長には、減圧条件が相応しい。

【特許文献1】 特開平7-193015号公報

【特許文献2】 特開2002-231641号公報

【特許文献3】 特開2002-198316号公報

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

ところが、上記特許文献1に記載されているような装置を用い、減圧下でエピタキシャ

ル成長を行うと、所期の膜厚分布を得ることが困難な場合がある。

【0007】

本発明の課題は、良好な膜厚分布を確保するために、シリコン単結晶基板上に流れる原料ガスの流通経路をより均一にすることができる気相成長装置と、それを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法とを提供することにある。

【課題を解決するための手段および発明の効果】

【0008】

上記文献に開示された構成の気相成長装置においては、サセプタを取り囲む堤部材と、該堤部材の真上に配置された上部内張り部材とによって、図8の斜線部で示すようなガス導入隙間60'が形成される。一方、気相成長装置内に案内された原料ガスGは、摩擦抵抗がなるべく小さくなる方向に流れようとする。図8から理解できるように、原料ガスGが水平基準線HSLに略平行に流れると仮定した場合、水平基準線HSLから遠ざかった位置ほど、原料ガスGは長い距離のガス導入隙間60'を流通することになる。そのため、水平基準線HSLから遠ざかった位置を流れる原料ガスGは、ガス導入隙間60'の出口付近において、流れる向きを内寄りに大きく変化させる傾向を持つ。この事実、シリコン単結晶基板上に流れる原料ガスの流通経路の均一化を困難にする1つの原因である。

【0009】

この点に気付いた本発明者は、鋭意検討の結果、以下に示す本発明を完成させるに至った。すなわち、本発明の気相成長装置は、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスがガス導入口から反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持されるシリコン単結晶基板の主表面に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成され、内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上にシリコン単結晶基板が配置される一方、サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、ガス導入口は堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの原料ガスが、堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、サセプタ上のシリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、堤部材の上から被さるように上部内張り部材が配置され、堤部材と上部内張り部材とによって、反応容器内へのガス導入隙間が形成されており、反応容器の第一端部からサセプタの回転軸線と直交して第二端部に至る原料ガスの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線とし、サセプタの回転軸線と、水平基準線との双方に直交する方向を幅方向と定義したとき、水平基準線から幅方向に遠ざかるにつれて、ガス導入隙間の水平基準線と平行な方向における形成長さが、連続的または段階的に短くなる、もしくはいずれの位置においても一定となるように構成されていることを特徴とする。

【0010】

上記本発明の気相成長装置は、反応容器内に配置されたサセプタの上に向かって流れる原料ガスの通路を、堤部材（ロウライナ）と上部内張り部材（アッパーライナ）とで形成したものである。装置内を流通する原料ガスは、上述したように、摩擦による抵抗がなるべく小さくなる位置を選んで流れる傾向を持つ。本発明の気相成長装置においては、水平基準線から幅方向に遠ざかるにつれてガス導入隙間の形成長さが短くなる、もしくはいずれの位置においても一定となるように調整されている。したがって、水平基準線から離れた位置において、原料ガスの流れが水平基準線方向から大きく変化することを防止できる。これにより、サセプタの外周部においても原料ガスの流通経路をより均一にすることが可能になる。この結果、良好な膜厚分布のシリコン単結晶薄膜を作製できる気相成長装置が実現される。

【0011】

1つの好適な態様において、上記の気相成長装置は、ガス導入隙間を形成する堤部材の上面と、同じく上部内張り部材の下面との上下方向での重なり度合いが、水平基準線から

幅方向に遠ざかるにつれて小さくなる、もしくはいずれの位置においても一定となるように構成することができる。このような構成によれば、堤部材と上部内張り部材との重なり度合いの調整により、ガス導入隙間の形成長さ調整を行うことができるため、設計変更等にも対応しやすい。

【0012】

また、上部内張り部材の下面の内周縁が、堤部材の上面の内周縁よりも原料ガスの流れ方向上流側に位置するように構成することができる。原料ガスは堤部材の上面に沿って流れ、サセプタの上面にスムーズに案内されることが必要である。上記構成によると、ガス導入隙間の終端を上部内張り部材の下面内周縁の位置で規定することができるので、原料ガスをサセプタの上面にスムーズに案内しつつ、ガス導入隙間の形成長さを調整することができる。

【0013】

また、ガス導入隙間の出口側で、堤部材の上面の内周縁が描く円弧の中心が、サセプタの回転軸線に一致する一方、上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の中心は、サセプタの回転軸線よりも原料ガスの流れ方向下流側に設定され、堤部材の上面の内周縁が描く円弧の半径よりも、上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の半径の方が大となるように構成されているとよい。これらの要件を概念図に示すと、図7のようになる。図中斜線部がガス導入隙間の形成領域を表している。すなわち、上記した構成は、ガス導入隙間の形成長さ（水平基準線HSLに沿う方向の形成長さ）を、水平基準線HSLから離れるにつれて徐々に減少させるための構成をより具体的に示す。

【0014】

また、別の視点から見たときの本発明の気相成長装置は、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる気相成長装置であって、水平方向における第一端部側にガス導入口が形成され、同じく第二端部側にガス排出口が形成された反応容器を有し、シリコン単結晶薄膜形成のための原料ガスがガス導入口から反応容器内に導入され、該反応容器の内部空間にて略水平に回転保持されるシリコン単結晶基板の主表面に沿って原料ガスが流れた後、ガス排出口から排出されるように構成され、内部空間内にて回転駆動される円盤状のサセプタ上にシリコン単結晶基板が配置される一方、サセプタを取り囲むとともに、上面が該サセプタの上面と一致する位置関係にて堤部材が配置され、さらに、ガス導入口は堤部材の外周面に対向する形にて開口し、該ガス導入口からの原料ガスが、堤部材の外周面に当たって上面側に乗り上げた後、サセプタ上のシリコン単結晶基板の主表面に沿って流れるように構成された気相成長装置において、堤部材の上から被さるように上部内張り部材が配置され、堤部材と上部内張り部材とによって、反応容器内へのガス導入隙間が形成されており、上部内張り部材の下面の内周縁が、堤部材の上面の内周縁よりも原料ガスの流れ方向上流側に位置し、ガス導入隙間の出口側で、堤部材の上面の内周縁が描く円弧の中心が、サセプタの回転軸線に一致する一方、上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の中心は、サセプタの回転軸線よりも原料ガスの流れ方向下流側に設定され、堤部材の上面の内周縁が描く円弧の半径よりも、上部内張り部材の下面の内周縁が描く円弧の半径の方が大となるように構成されていることを特徴とする。

【0015】

気相成長装置内を流通する原料ガスは、上述したように、摩擦による抵抗がなるべく小さくなる位置を選んで流れる傾向を持つ。本発明の気相成長装置の主要部を概念図に示すと、図7のようになる。図中斜線部がガス導入隙間の形成領域を表している。反応容器の第一端部からサセプタの回転軸線Oと直交して第二端部に至る原料ガスGの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線HSLとし、サセプタの回転軸線Oと、水平基準線HSLとの双方に直交する方向を幅方向WLとする。堤部材の上面の内周縁23pが描く円弧の半径 R_1 に比べ、上部内張り部材の下面の内周縁40pが描く円弧の半径 R_3 を大としているので、水平基準線HSLに沿う方向に関するガス導入隙間の形成長さが、水平基準線HSLから離れるにつれて長くない。したがって、水平基準線HSLから離れた位置においても、原料ガスGは、流れる向きが大きく変化しない。なぜならば、ガス導入隙

間を流れる原料ガスGは、抵抗が小さくなる経路、つまり、ガス導入隙間が短く形成された経路を流れる傾向を持つからである。この結果、サセプタの外周部にもより均一に原料ガスを流すことが可能になる。すなわち、基板上での原料ガスの流通経路のムラを解消することができ、良好な膜厚分布のシリコン単結晶薄膜を作製できる気相成長装置を実現できる。

【0016】

また、本発明にかかる気相成長装置には、反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保持する排気系を設けることができる。この構成によれば、パターンの形成された基板上に気相成長する際に、パターン変形量を小さくすることができる減圧条件下でのエピタキシャル成長が可能である。

【0017】

また、本発明のエピタキシャルウェーハの製造方法は、以上に説明した気相成長装置の反応容器内にシリコン単結晶基板を配置し、該反応容器内に原料ガスを流通させてシリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることによりエピタキシャルウェーハを得ることを特徴とする。

【0018】

また、気相エピタキシャル成長の原料ガスとして、モノクロロシランガス、ジクロロシランガスおよびトリクロロシランガスのグループから選択される1種のものを使用し、以上に説明した気相成長装置の反応容器内を大気圧よりも減圧された状態に保ちつつ、シリコン単結晶基板上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることができる。

【0019】

また、水平基準線と平行な方向における、ガス導入隙間の形成長さに応じて、水平基準線寄りを流れる原料ガスの流量を調節する内側バルブと、水平基準線から離れたところを流れる原料ガスの流量を調節する外側バルブとの開閉度合いを設定するとよい。このようにすれば、前述した本発明にかかる気相成長装置の構成と相俟って、基板上での原料ガスの流量ムラを低減することが可能である。

【0020】

なお、堤部材の上面は、サセプタの上面と一致する位置関係であるとしているが、これは堤部材の上面とサセプタの上面とが完全に一致することを必ずしも意味するのではなく、2mm程度までの位置の違いは一致しているとみなす。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、本発明の実施の形態を、添付の図面に基づき説明する。

図1～図4は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコン単結晶薄膜を気相成長させる、本発明の気相成長装置1の一例を模式的に示すものである。図1はその側面断面図、図2は図1の部分拡大図、図3は図1の気相成長装置1の平面図、図4は、図1の気相成長装置1の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図である。この気相成長装置1は、図1に示すように、水平方向における第一端部31側にガス導入口21が形成され、同じく第二端部32側にガス排出口36が形成された反応容器2を有する。薄膜形成のための原料ガスGは、ガス導入口21から反応容器2内に導入され、該反応容器2の内部空間5にて略水平に回転保持される基板Wの主表面に沿う方向に沿って流れた後、ガス排出口36から排気管7を経て排出されるように構成されている。排気管7は、減圧ポンプRP（図3）とともに気相成長装置1の排気系を構成している。

【0022】

図1に示すように、反応容器2の内部空間5には、垂直な回転軸線Oの周りにモータ13により回転駆動される円盤状のサセプタ12が配置され、その上面に形成された浅い座ぐり12b内に、シリコンエピタキシャルウェーハを製造するための基板Wが1枚のみ配置される。すなわち、該気相成長装置1は枚葉式として構成されている。基板Wは、たとえば直径が100mmあるいはそれ以上のものである。また、基板Wの配置領域に対応して反応容器2の上下には、基板加熱のための赤外線加熱ランプ11が所定間隔にて配置さ

れている。

【0023】

反応容器2の内部空間5内には、図3に示すようにサセプタ12を取り囲むように堤部材23が配置されている。図2に示すように、堤部材23は、その上面23aがサセプタ12の上面12a（ひいては基板Wの主表面）と略一致する位置関係にて配置される。図1に示すように、ガス導入口21は、堤部材23の外周面23bに対向する形にて開口しており、該ガス導入口21からの原料ガスGは、図2あるいは図4に示すように、堤部材23の外周面23bに当たって上面23a側に乗り上げた後、サセプタ12上の基板Wの主表面に沿って流れるようになっている。本実施形態では、堤部材23の外周面23bは、サセプタ12の形状に対応した円筒面状とされている。なお、堤部材23の内周縁に沿って、板状に形成された均熱用の予熱リング22が配置され、その内側に配置されるサセプタ12の上面12aが、該予熱リング22の上面22a（図2参照）と略同一面となっている。また、内部空間5内には、堤部材23に対向する位置に、堤部材23とほぼ同径の上部内張り部材4が配置されている。堤部材23および上部内張り部材4は、ともに石英材料により作製されたリング状の部品である。

【0024】

図1に示すように、気相成長装置1においては、反応容器2の第一端部31からサセプタ12の回転軸線Oと直交して第二端部32に至る原料ガスGの流れ方向に沿った仮想的な中心線を水平基準線HSLとする。そして、水平基準線HSLとサセプタ12の回転軸線Oとの双方に直交する方向を幅方向WLとする。

【0025】

また、図3に示すように、ガス導入口21A、21Bからの原料ガスGを堤部材23の外周面23bに向けて導くガス案内部材24R、24Lが、水平基準線HSLの左右（具体的には反応容器2の支柱33の左右）に振り分けた形にてガス導入口21と堤部材23との間に配置されている。ガス案内部材24R、24Lの内部に形成されたガス案内空間240、240（図4）の各々に、原料ガスGの流れを幅方向WLにさらに仕切るガス案内部材側仕切板34R、34Lが設けられている。これにより、ガス案内空間240、240は、水平基準線HSL寄りのガス案内空間24T、24Tと、水平基準線HSLから遠い側のガス案内空間24S、24Sとに分断される。

【0026】

一方、図3に示すように、堤部材23の外周面23bには、水平基準線HSLに対し左右対称に振り分けた形にて、原料ガスGの流れを幅方向WLにおける複数個所にて仕切る堤部材側仕切板35R、35Lが配置されている。原料ガスGは、堤部材23の上面23aに乗り上げる際に幅方向WLに逃げやすい。そこで、前述したガス案内部材側仕切板34R、34Lとともに、堤部材側仕切板35R、35Lを設けることにより、原料ガスGの幅方向WLの流れを制御している。本実施形態では、堤部材側仕切板35R、35Lは、水平基準線HSLを挟んで左右に各々1個所ずつ配置されている。そして、ガス案内部材側仕切板34R、34Lと堤部材側仕切板35R、35Lとがそれぞれ、水平基準線HSLおよび回転軸線Oに平行な同一平面内に配置された形となっている。

【0027】

また、図3に示すように、ガス案内部材24R、24Lの各々に対応してガス導入口21A、21Bが形成されている。ガス配管50は、水平基準線HSL寄りのガス案内空間24T（図4）にガスを供給する内側配管53と、水平基準線HSLから遠い側のガス案内空間24S（図4）にガスを供給する外側配管51とに分岐し、各々原料ガスGの流量を、マスフローコントローラ（MFC）54、52により独立に制御できるようにしている。ここで、MFC54、52の替りに手動バルブを使用してもよい。また、内側配管53および外側配管51は、それぞれ分岐配管56、56および分岐配管55、55にさらに分れ、水平基準線HSLに対して両側にそれぞれ内側ガス導入口21A、21Aおよび外側ガス導入口21B、21Bを開口している。

【0028】

図4に示すように、ガス案内部材24R、24Lは、ガス導入口21側と堤部材23側とにそれぞれ開口する横長状断面を有する石英製の筒状部品である。ガス案内部材側仕切板34R、34Lは、互いに略平行に配置された上面板24aと下面板24bとにまたがる形で、ガス案内部材24R、24Lの各内部に設けられている。ガス案内部材側仕切板34R、34Lが一体化されたガス案内部材24R、24Lを、反応容器2に対して着脱可能に配置することで、たとえばガス案内部材側仕切板34R、34Lの位置を変更した場合には、ガス案内部材24R、24Lの交換により簡単に対応することができる。

【0029】

また、図3に示すように、ガス導入口21A、21Bとガス案内部材24R、24Lとの間には、バッフル26が配置されている。図4に示すように、バッフル26は、ガス案内部材24R、24Lの開口部に対応して横長に形成されており、長手方向に沿って所定の間隔で複数のガス流通孔26aが形成されている。なお、ガス流通孔26aは、ガス案内部材側仕切板34R、34Lと干渉しない位置に形成されている。また、図3に示すように、堤部材23とガス排出口36との間には、排出側ガス案内部材25が配置される。

【0030】

図4に示すように、堤部材23には、上面23aの外周縁部を、ガス案内部材24R、24Lとの対向区間において凹状に切り欠くことにより弓形の切欠部23kが形成されている。切欠部23kの側面は、堤部材23の外周面23bの一部を形成している。図1に示すように、反応容器2は、下部容器2bと上部容器2aとからなり、上部内張り部材4は上部容器2a、堤部材23は下部容器2bの内周面に沿って配置されている。これにより、上部内張り部材4と堤部材23との相対位置が固定されている。図2に示すように、切欠部23kの底面23cは、ガス案内部材24R、24Lの下面板24bの内面の延長に略一致する形となっており、ガス案内面の役割を果たす。そして、原料ガスGは切欠部23kの側面23bに当たって上面23aに乗り上げる。

【0031】

図2に示すように、上部内張り部材4は、堤部材23の上面23aに平行対向する第一下面4aと、切欠部23kの側面23bに対向する内周面4bと、同じく底面23cに平行対向する第二下面4cとに基づく段部4dを有し、切欠部23kとの間にクランク状の断面を有するガス導入隙間60を形成している。すなわち、ガス導入隙間60は、堤部材23と上部内張り部材4とが対向することにより形成されるガス通路である。なお、図4に示すように、堤部材側仕切板35R、35Lは、ガス導入隙間60に対応した略L字状に形成されている。

【0032】

図5に示すのは、上部内張り部材4を堤部材23側から見たとき下方平面図である。堤部材23に向かい合う第一下面4aおよび第二下面4cがガス導入隙間60を形成することとなる。上部内張り部材4と、堤部材23との上下方向での重なり度合いに応じて、水平基準線HSLと平行な方向における、ガス導入隙間60の形成長さが設定される。本発明の気相成長装置1は、該水平基準線HSLから幅方向WLに遠ざかるにつれて、上記形成長さが漸次減少するように構成されている。

【0033】

図6(a)に示すのは、図5中に示す水平基準線HSLを含む6A-6A断面図、図6(b)に示すのは、図5の6B-6B断面図、図6(c)に示すのは、図5の6C-6C断面図である。本実施形態においては、堤部材23の上面23aの内周縁23pよりも原料ガスGの流れ方向上流側に位置する、上部内張り部材4の下面4aの内周縁40pの寸法により、ガス導入隙間60の形成長さを調整するようにしている。つまり、図6(a)(b)(c)の順に見れば分かるように、水平基準線HSLから幅方向WLに遠ざかるほど、ガス導入隙間60を形成する堤部材23の上面23aと、同じく上部内張り部材4の下面4aとの上下方向での重なり度合いが減少している。これにより、水平基準線HSLに沿う方向での、ガス導入隙間60の形成長さが漸次減少する。6A-6A断面、6B-6B断面、6C-6C断面でのガス導入隙間60の形成長さをそれぞれDA、DB、DC

とすると、 $D_A > D_B > D_C$ という関係が成立している。

【0034】

また、図6の各断面図に示すように、堤部材23の外周縁23qと上部内張り部材4の外周縁40qは、ガス導入隙間60の原料ガスGの入口側において、上下一致されている。このようにすれば、ガス流通路としてのガス案内部材24R、24Lを、堤部材23および上部内張り部材4に隙間無く接続することが容易である。

【0035】

図7に、ガス導入隙間60の形成領域の平面投影図を示す。図7中において、ガス導入隙間60は斜線部にて表される。図7に示すように、ガス導入隙間60の入口側では、堤部材23の外周縁23qが描く円弧と、上部内張り部材4の外周縁40qが描く円弧とが上下方向（サセプタ12の回転軸線Oに沿う方向）で互いに一致している。すなわち、両円弧は等しい半径 R_2 を持つ。半径 R_2 の円弧の中心は、サセプタ12の回転軸線Oに一致する。他方、ガス導入隙間60の出口側では、堤部材23の上面23aの内周縁23pが描く半径 R_1 の円弧の中心は、サセプタ12の回転軸線Oに一致しているが、上部内張り部材4の下面4aの内周縁40pが描く半径 R_3 の円弧の中心O'は、サセプタ12の回転軸線Oよりも原料ガスGの流れ方向下流側に設定される。そして、各円弧の半径は、 $R_1 < R_3$ となっている。

【0036】

なお、本実施形態ではガス導入隙間60の形成長さが、水平基準線HSLから離れるにつれて漸次減少する例を示したが、図9の模式図に示すように、水平基準線HSLから幅方向WLに遠ざかったいずれの位置においても、ガス導入隙間60が一定の形成長さ D_0 を持つように構成する別形態も好適である。また、ガス導入隙間60の形成長さが段階的に減少していくように、上部内張り部材4の寸法調整を行うことも、もちろん可能である。

【0037】

また、気相成長装置1を別の観点から見ると、以下のような構成を有する。すなわち、図7に示すように、ガス導入隙間60（斜線部）の入口側では、堤部材23の外周縁23qと、上部内張り部材4の外周縁40qとが上下方向（サセプタ12の回転軸線Oに沿う方向）で互いに一致される。他方、ガス導入隙間60の出口側では、堤部材23の上面23aの内周縁23pが描く半径 R_1 の円弧の中心が、サセプタ12の回転軸線Oに一致する一方、上部内張り部材4の下面4aの内周縁40pが描く半径 R_3 の円弧の中心O'が、サセプタ12の回転軸線Oよりも原料ガスGの流れ方向下流側の水平基準線HSL上に設定される。そして、各円弧の半径が、 $R_1 < R_3$ となるように調整される。このようにすると、 $R_1 \geq R_3$ とならない限り、従来の気相成長装置よりも、原料ガスGが堤部材23の上面23a上で水平基準線HSL寄りに向きを変え難くなる。

【0038】

以下、上記気相成長装置1を用いたエピタキシャルウェーハの製造方法について説明する。図1から図4に示すように、反応容器2内のサセプタ12上に基板Wを配置し、必要に応じ自然酸化膜除去等の前処理を行った後、基板Wを回転させながら赤外線加熱ランプ11により所定の反応温度に加熱する。その状態で、反応容器2内に各ガス導入口21A、21Bから原料ガスGを所定の流速にて流通させて、基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させることにより、エピタキシャルウェーハを得る。

【0039】

原料ガスGは、上記の基板W上にシリコン単結晶薄膜を気相成長させるためのものであり、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 等のシリコン化合物の中から選択される。原料ガスGには、ドーパントガスとしての B_2H_6 あるいは PH_3 や、希釈ガスとしての H_2 等が適宜配合される。また、薄膜の気相成長処理に先立って自然酸化膜除去処理を行う際には、 HCl 等の腐蝕性ガスを希釈ガスにて希釈した前処理用ガスを反応容器2内に供給するか、または、 H_2 雰囲気中で高温熱処理を施す。

【0040】

反応容器 2 内に原料ガス G を流通させるときの作用について説明する。図 3 の平面図中に矢印付き一点鎖線で示すように、原料ガス G は、バッフル 26、ガス案内材 24R、24L を通り、堤部材 23 の外周面 23b に向けて流れる。外周面 23b に当たった原料ガスは、堤部材 23 の上面 23a に乗り上げて、基板 W の主表面に沿って流れる。そして、排出側ガス案内材 25 によって排気ガス EG が排気管 7 に集められ、排出される。

【0041】

ここで、従来の気相成長装置における原料ガス G の流通経路について、図 8 の作用図を参照して説明する。従来の気相成長装置の場合、原料ガス G は基板の中心に向かって水平基準線 HSL に寄りながら、予熱リングを経てサセプタ上に進んでくる。なぜなら、堤部材 23' と上部内張り部 4' とにより形成されるガス導入隙間 60' (斜線部) を通過する際、原料ガス G は、なるべく抵抗が小さくなる方向に流れようとするからである。ガス導入隙間 60' を原料ガス G が通過するときの直進距離 d2 は、基板の中心方向の最短距離 d1 よりも大である。つまり、最短距離 d1 で堤部材 23' の上面 23a' 上を通過すれば、サセプタ 12 に向う原料ガス G が受ける抵抗は最も小さくなる。従来の気相成長装置の堤部材 23' および上部内張り部材 4' は、同径のリング状の形態を有するため、直進距離 d2 は水平基準線 HSL から離れるほど大きい。したがって、水平基準線 HSL から離れた位置、すなわち幅方向 WL の外側を流れる原料ガス G ほど、堤部材 23' の上面 23a' 上での流れ方向が基板の中心に向かって大きく変化する。

【0042】

原料ガス G の流速がそれほど大きくない場合には、堤部材 23' を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むものの、気流が集まる水平基準線 HSL 付近の圧力が高まるため、気流はすぐに下流方向に向きを変える。このため、原料ガス G の流速がそれほど大きくない場合には、原料ガス G が堤部材 23' を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むことは大きな問題にならない。しかし、原料ガス G の流速が大きい場合には、ガスの運動量が大きいので気流が集まる水平基準線 HSL 付近の圧力が十分高まる位置まで、気流は下流方向に向きを変えない。つまり、基板の中心に向かって進む距離が長い。このため、原料ガス G の流速が大きい場合には、原料ガス G が堤部材 23' を越えた後、いったん基板の中心に向かって進む影響が大きくなる。

【0043】

反応容器内の圧力を大気圧よりも低くした状態でのシリコン単結晶薄膜のエピタキシャル成長 (いわゆる減圧エピタキシャル成長) では、反応容器内を流れる原料ガス G の流速は、常圧エピタキシャル成長に比べて数倍速い。したがって、特に減圧エピタキシャル成長では、原料ガス G が堤部材 23' を越えた後、いったん基板の中心に向かって進むことを無視できなくなる。

【0044】

これに対し、本発明にかかる気相成長装置 1 は、水平基準線 HSL から幅方向 WL に離れるほど、ガス導入隙間 60 の形成長さが小さくなるように構成されている。このような構成によれば、原料ガス G が水平基準線 HSL に向かって流れるように、向きを大きく変更する現象が起りにくい。そのため、図 7 に示すように、原料ガス G は比較的まっすぐサセプタ 12 上に流れるようになる。これにより、基板 W 上での均一な流通経路が確保される。

【実験例】

【0045】

(計算機による模擬実験)

図 1 から図 4 に示す気相成長装置 1 における原料ガスの流通経路を、計算機シミュレーションにより導出した。また、これと比較するために、上部内張り部材が改良されていない、従来の気相成長装置での原料ガスの流通経路を導出した。さらに、図 1 から図 4 に示す気相成長装置 1 で、シリコン単結晶基板 W 上にシリコン単結晶薄膜を気相エピタキシャル成長させる場合の、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布についても、計算機シミュレーションにより見積もった。また、これと比較するために、従来の気相成長装置で、シリコ

ン単結晶薄膜をシリコン単結晶基板W上に気相エピタキシャル成長させる場合の、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布を併せて見積もった。設定条件等は、以下に記す通りである。

【0046】

ソフトウェア: Fluent Ver 6.0 (フルーエント・アジアパシフィック社製)

(寸法)

- ・堤部材の内径 = 300 mm
- ・上部内張り部材のR₃ (図5参照) = 200 mm
- ・反応容器高さ (サセプタ12から反応容器2の上面内側までの距離) = 20 mm
- ・堤部材高さ (切欠き部23kの底面23cから堤部材23の上面23aまでの高さ) = 16 mm
- ・シリコン単結晶基板直径 = 200 mm

(成長温度)

- ・シリコン単結晶基板…1400 K
- ・反応容器上面…700 K

(反応容器内圧力)

- ・10000 Pa

(原料ガス)

- ・トリクロロシラン…1.5 mol %
- ・水素…98.5 mol %

(原料ガス流量)

- ・内側案内路…13.5リットル/分 (標準状態)
- ・外側案内路…13.5リットル/分 (標準状態)

【0047】

図10は、計算機シミュレーションから得られた原料ガスGの流通経路図、図11は、シリコン単結晶薄膜の成長速度分布を示す等高線図である。図10および図11について、ともに(a)が本発明の気相成長装置1の場合、(b)が従来の気相成長装置の場合である。

【0048】

まず、図10(a)に示すように、本発明の気相成長装置1では、原料ガスが基板の中央(水平基準線HSL)に寄ってくる傾向が小さい。他方、図10(b)に示すように、従来の気相成長装置では、原料ガスGは、堤部材23の上面23aで流れる向きを内寄りに大きく変化させている。

【0049】

次に、図11に示す成長速度分布を示す等高線図についてであるが、シリコン単結晶基板Wは回転しないと仮定しているので、図中右側に進むほど、成長速度が遅い等高線を示している。従来の気相成長装置の場合、等高線が大きく波打っているのに対し、本発明の気相成長装置1の場合、等高線は小さい波打ちを繰り返す結果となった。

【図面の簡単な説明】

【0050】

- 【図1】 本発明の気相成長装置の一例を示す側面断面図。
- 【図2】 本発明の気相成長装置の要部を拡大した断面図。
- 【図3】 本発明の気相成長装置の平面図。
- 【図4】 本発明の気相成長装置の要部を一部切り欠いて示す分解斜視図。
- 【図5】 上部内張り部材の下方平面図。
- 【図6】 ガス導入隙間の形成形態を説明する断面図。
- 【図7】 ガス導入隙間の形成領域を示す平面投影図。
- 【図8】 上部内張り部材が改良されていない従来の気相成長装置の作用説明図。
- 【図9】 ガス導入隙間の形成長さを一定にした別形態を示す模式図。
- 【図10】 計算機シミュレーションから得られた原料ガスの流通経路分布図。

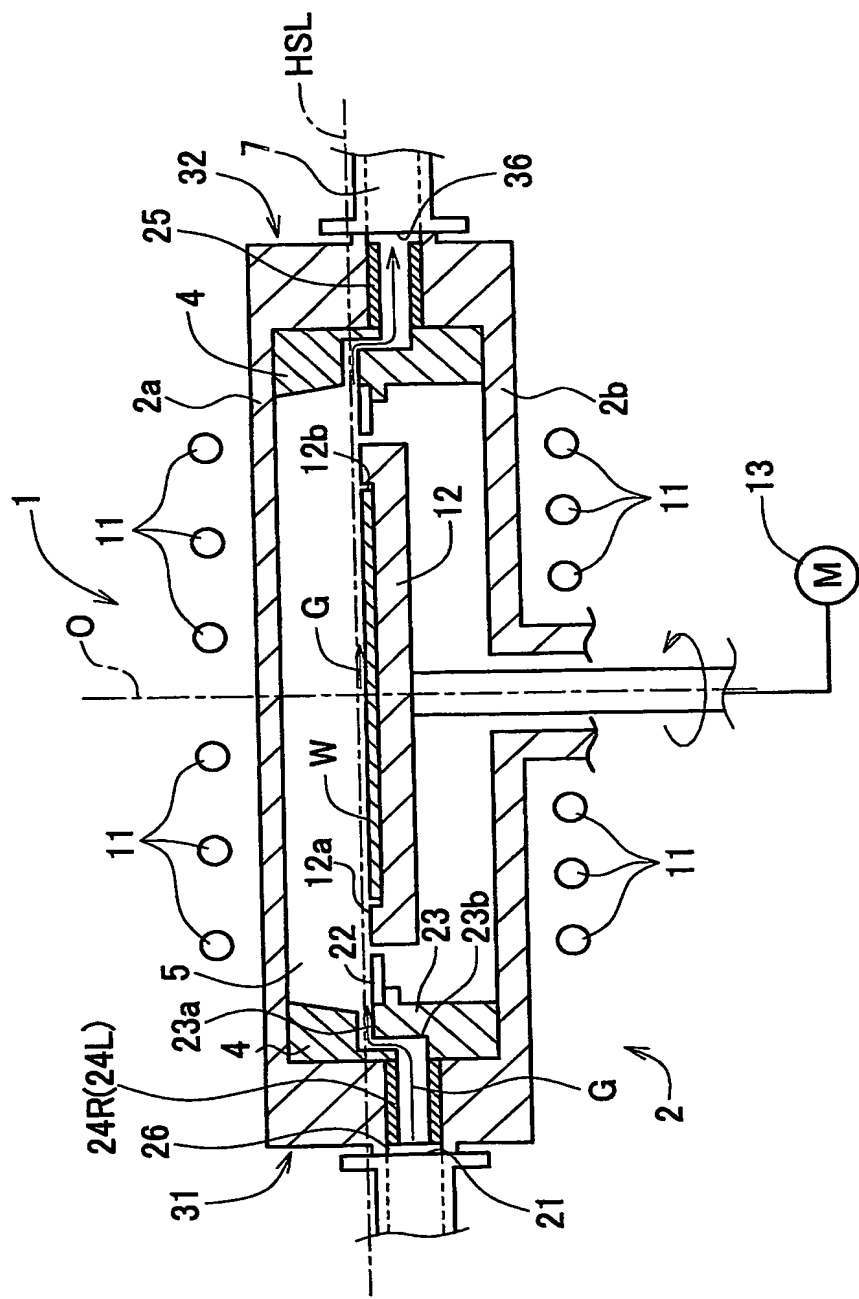
【図 11】 計算機シミュレーションから得られた成長速度分布を示す等高線図。

【符号の説明】

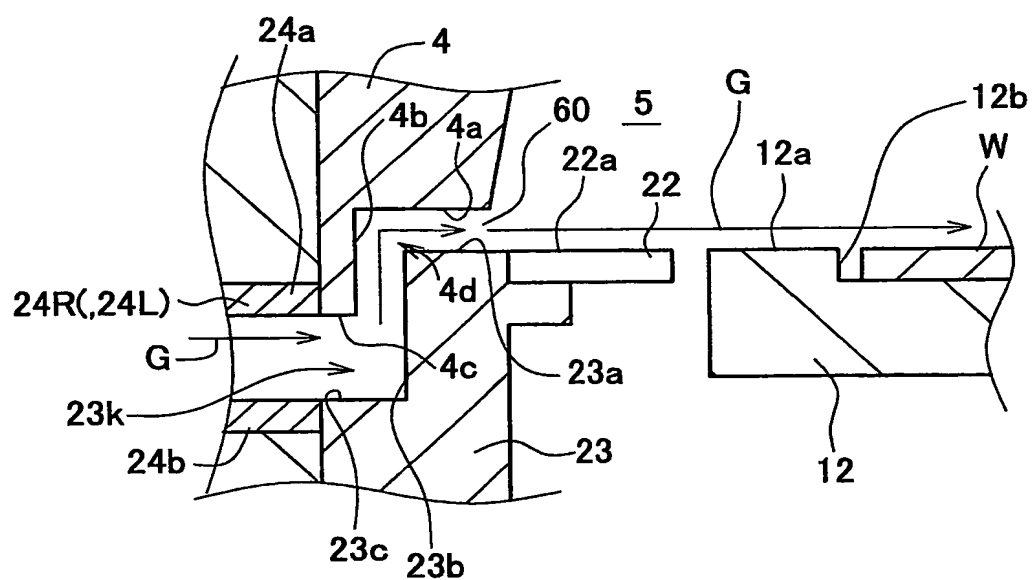
【0051】

- 1 気相成長装置
- 2 反応容器
- 4 上部内張り部材
- 4 a, 4 c 上部内張り部材の下面
- 40 p 上部内張り部材の下面の内周縁
- 40 q 上部内張り部材の外周縁
- 5 内部空間
- 7 排気管
- 12 サセプタ
- 12 a サセプタの上面
- 21 ガス導入口
- 23 堤部材
- 23 a 堤部材の上面
- 23 b 堤部材の外周面
- 23 p 堤部材の上面の内周縁
- 23 q 堤部材の外周縁
- 31 第一端部
- 32 第二端部
- 36 ガス排出口
- 60 ガス導入隙間
- RP 減圧ポンプ
- W 基板
- G 原料ガス
- O 回転軸線
- HSL 水平基準線
- WL 幅方向

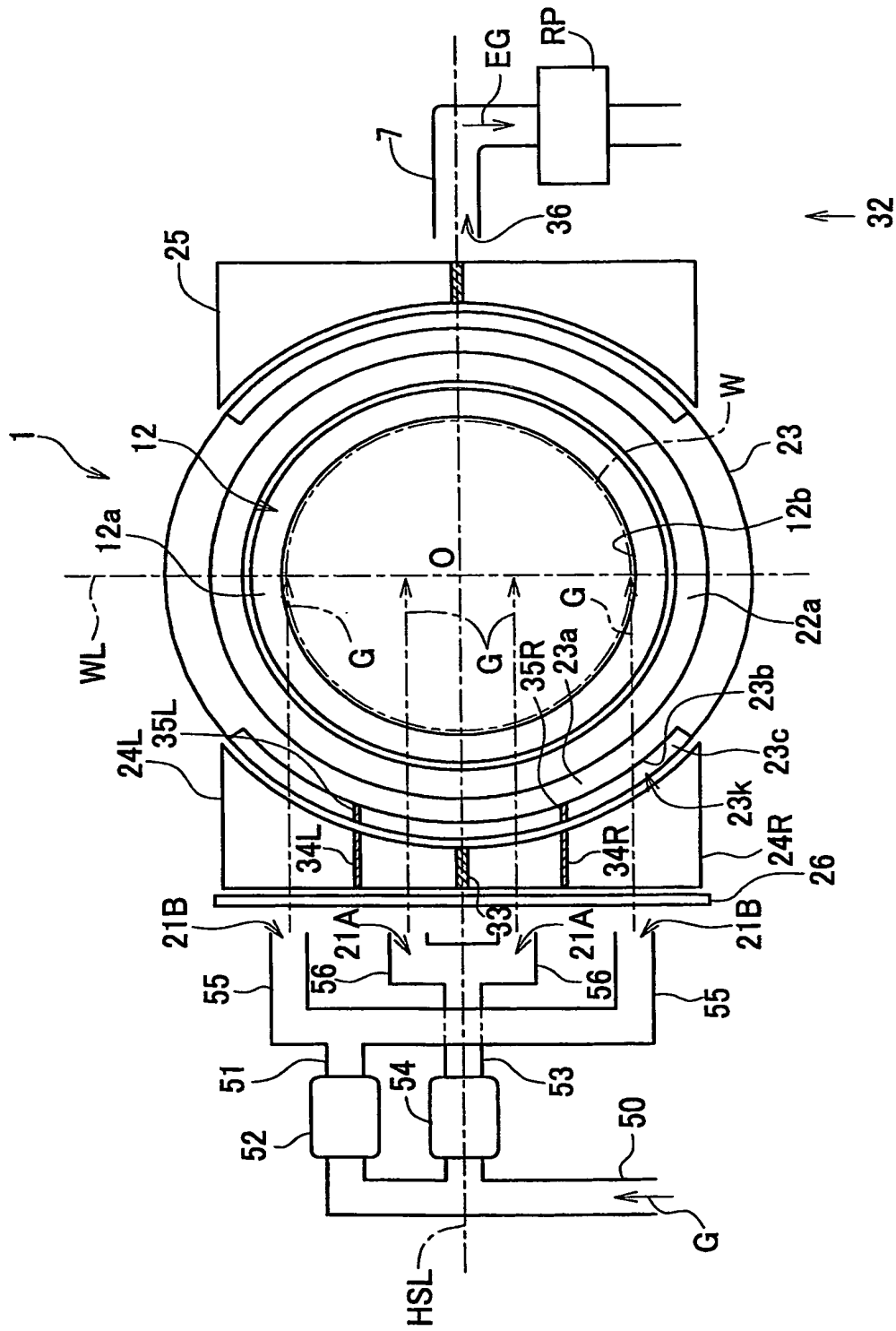
【書類名】 図面
【図 1】



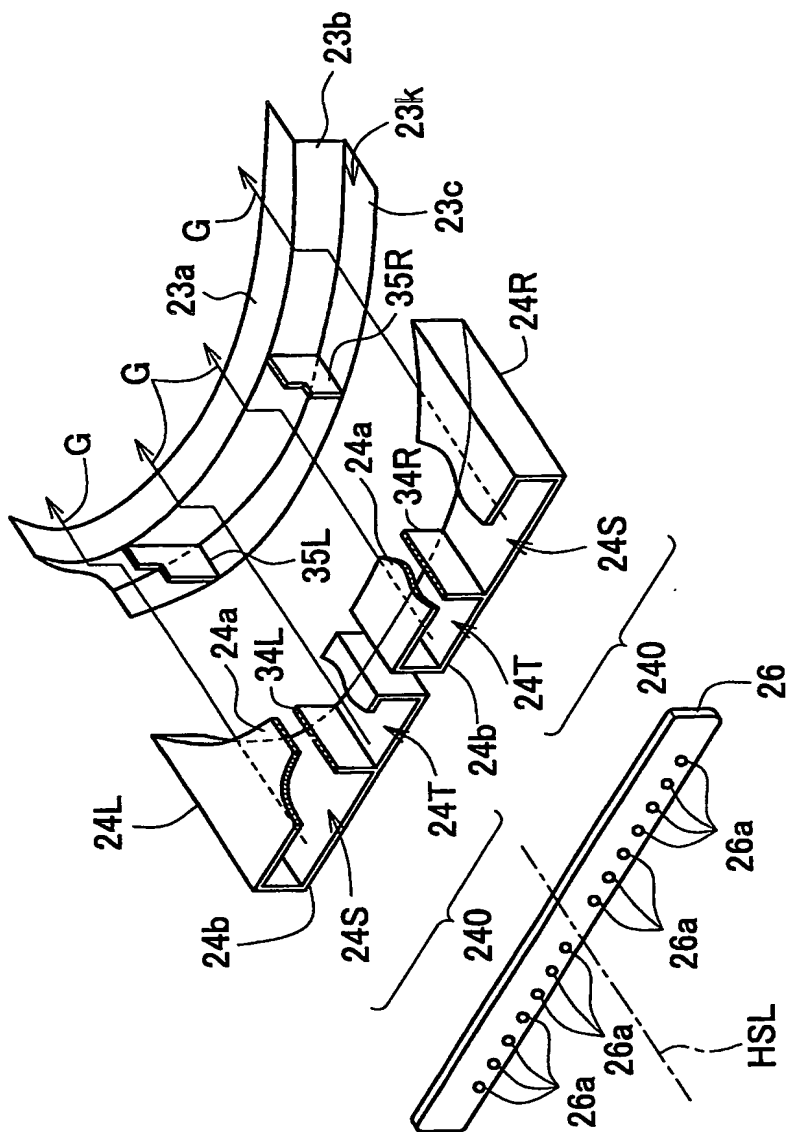
【図 2】



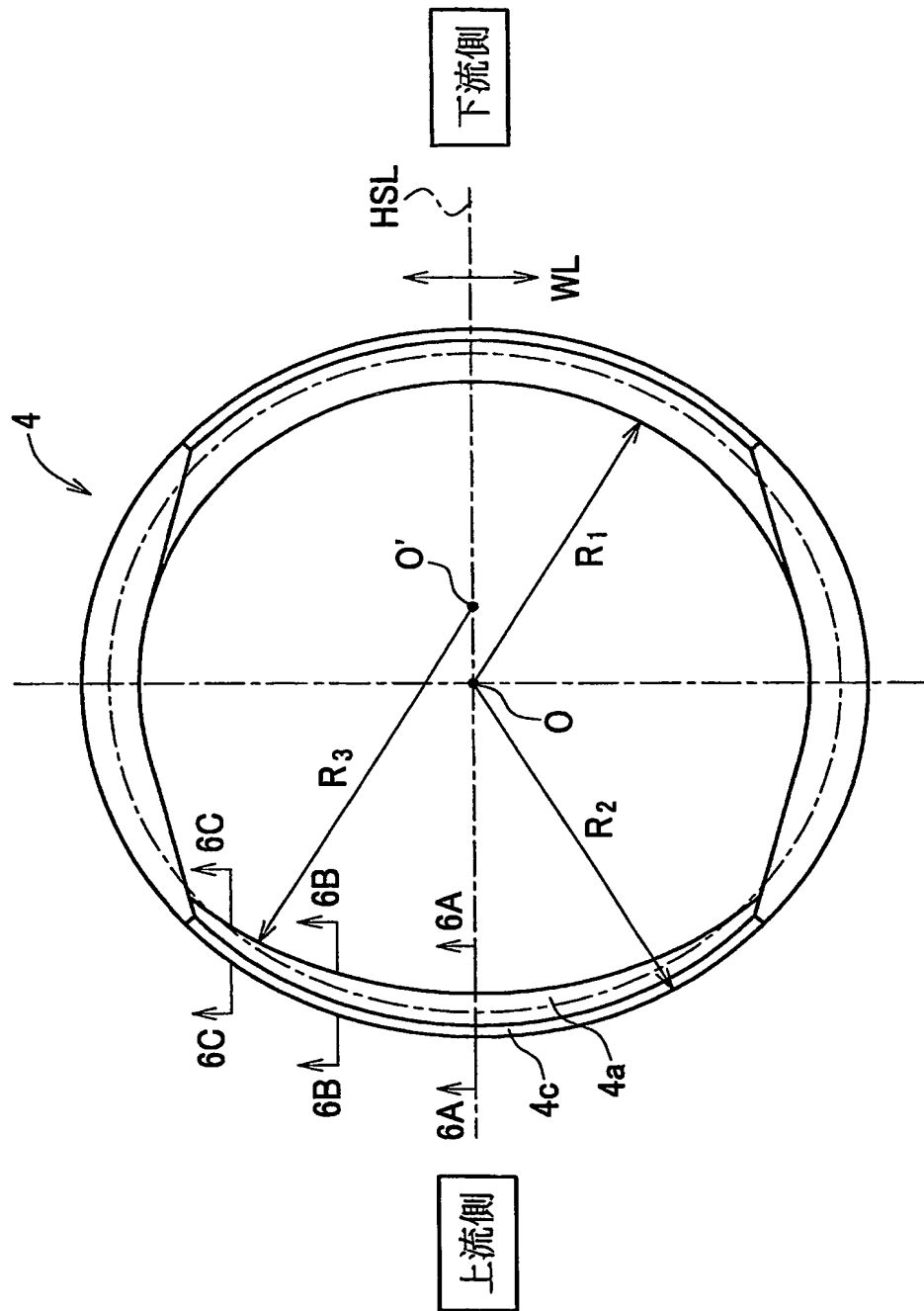
【図 3】



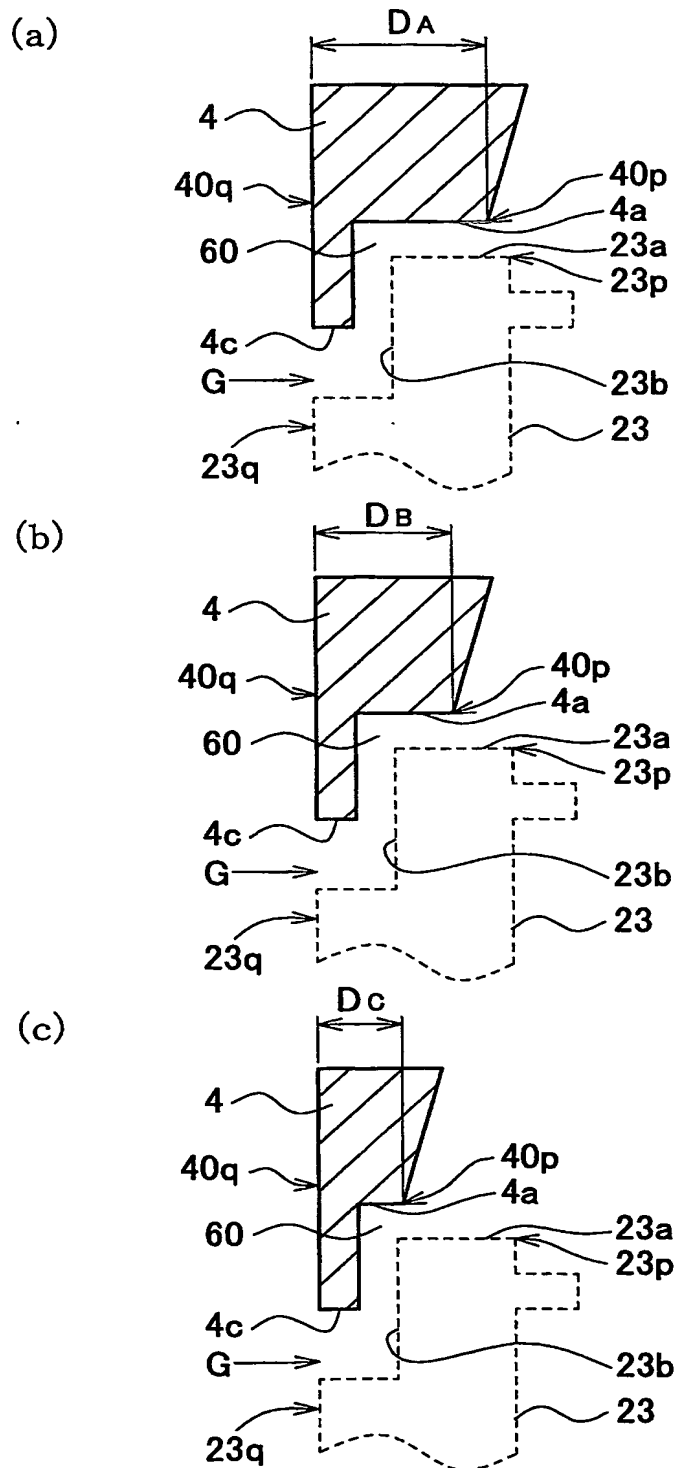
【図 4】



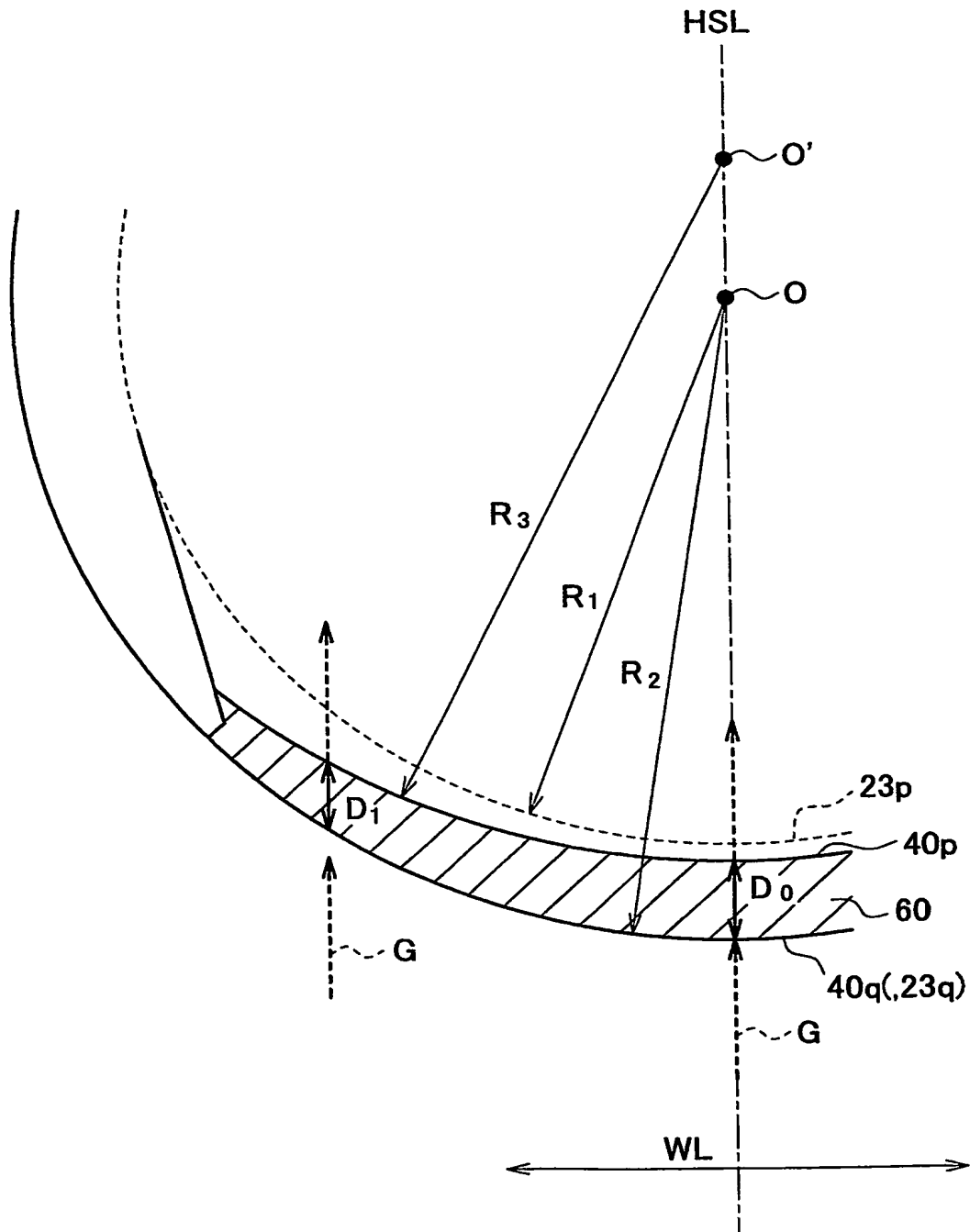
【図 5】



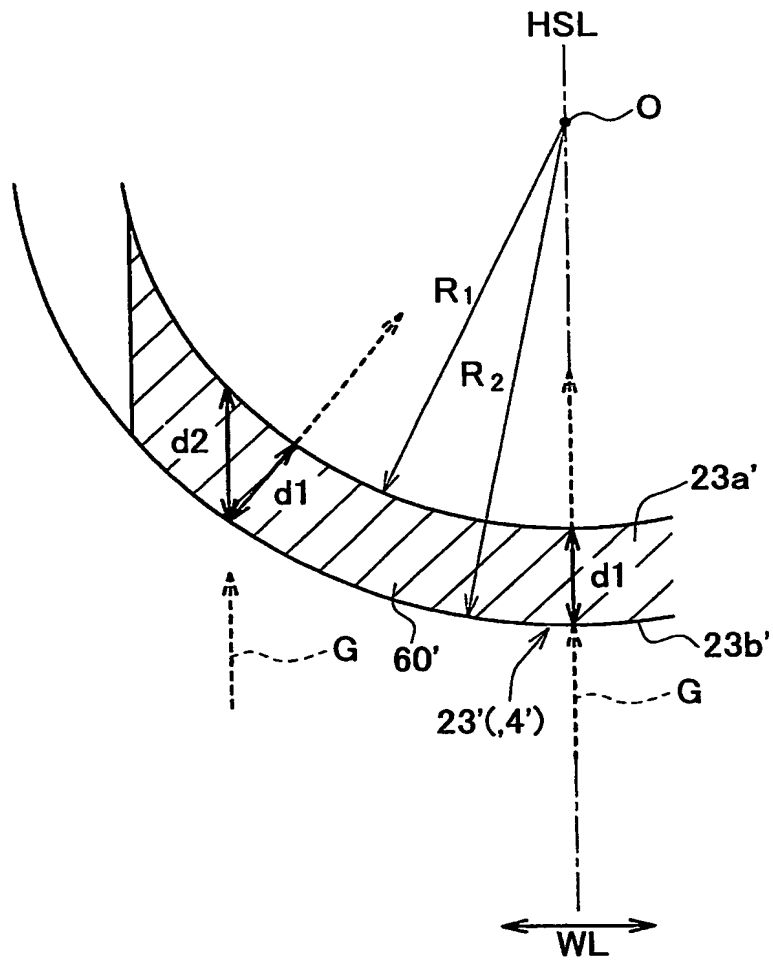
【図 6】



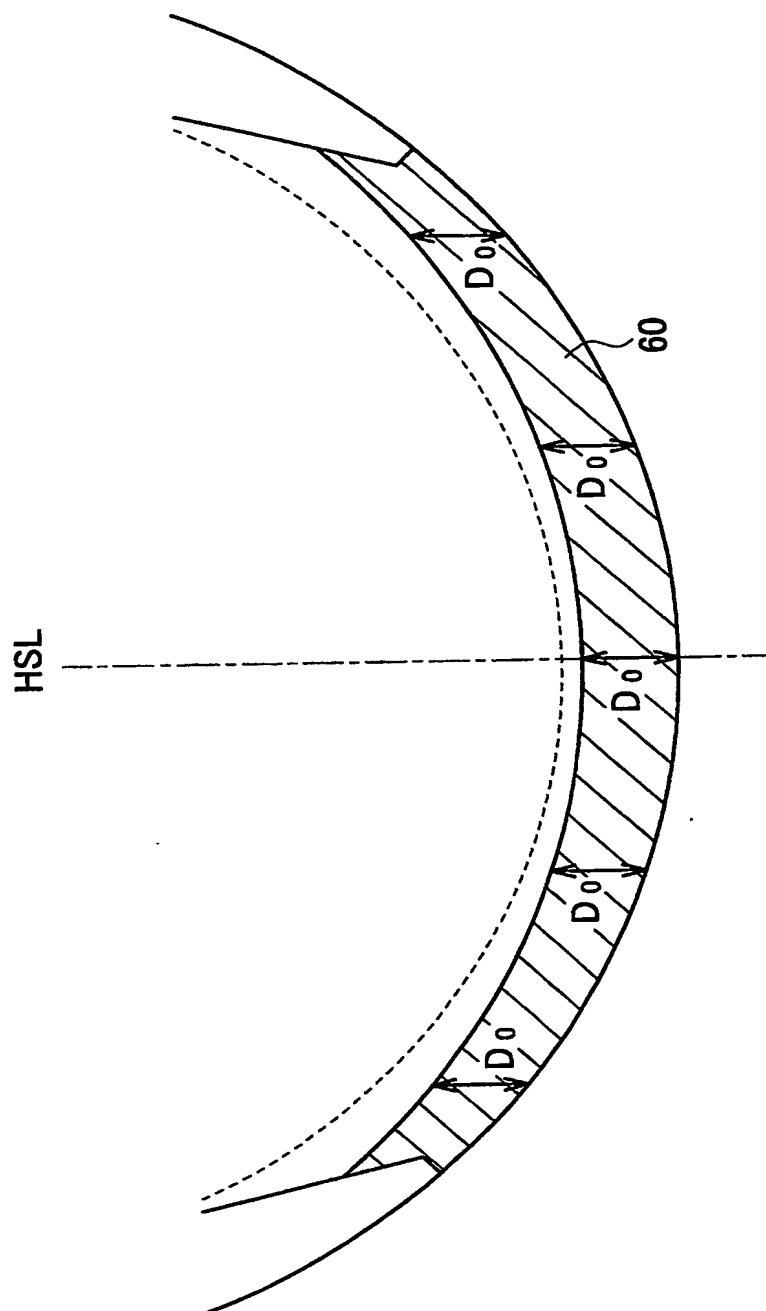
【図 7】



【図 8】

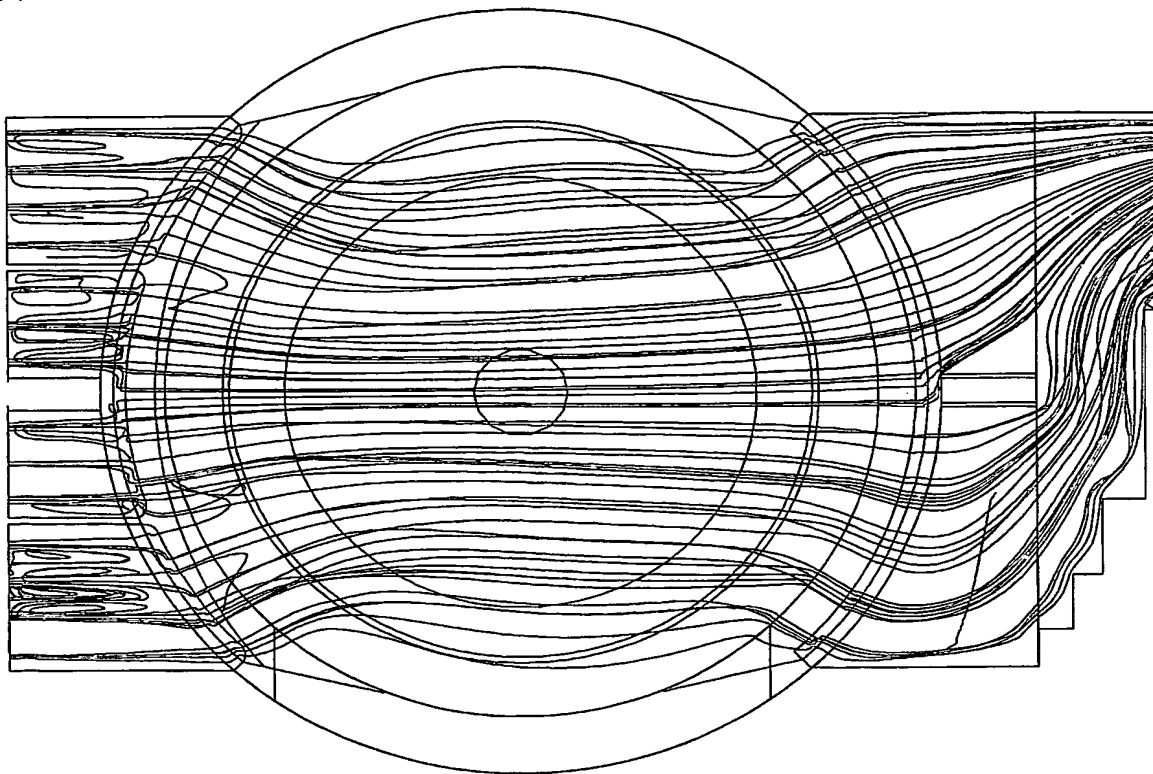


【図 9】

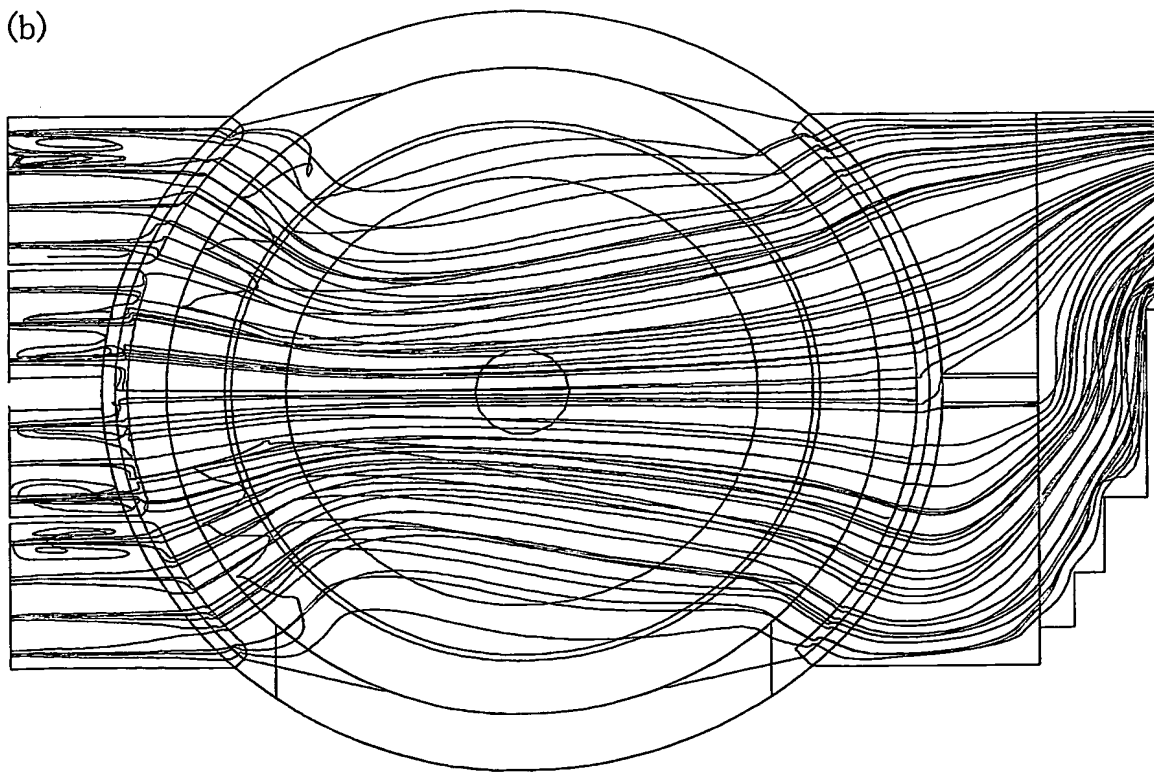


【図 10】

(a)

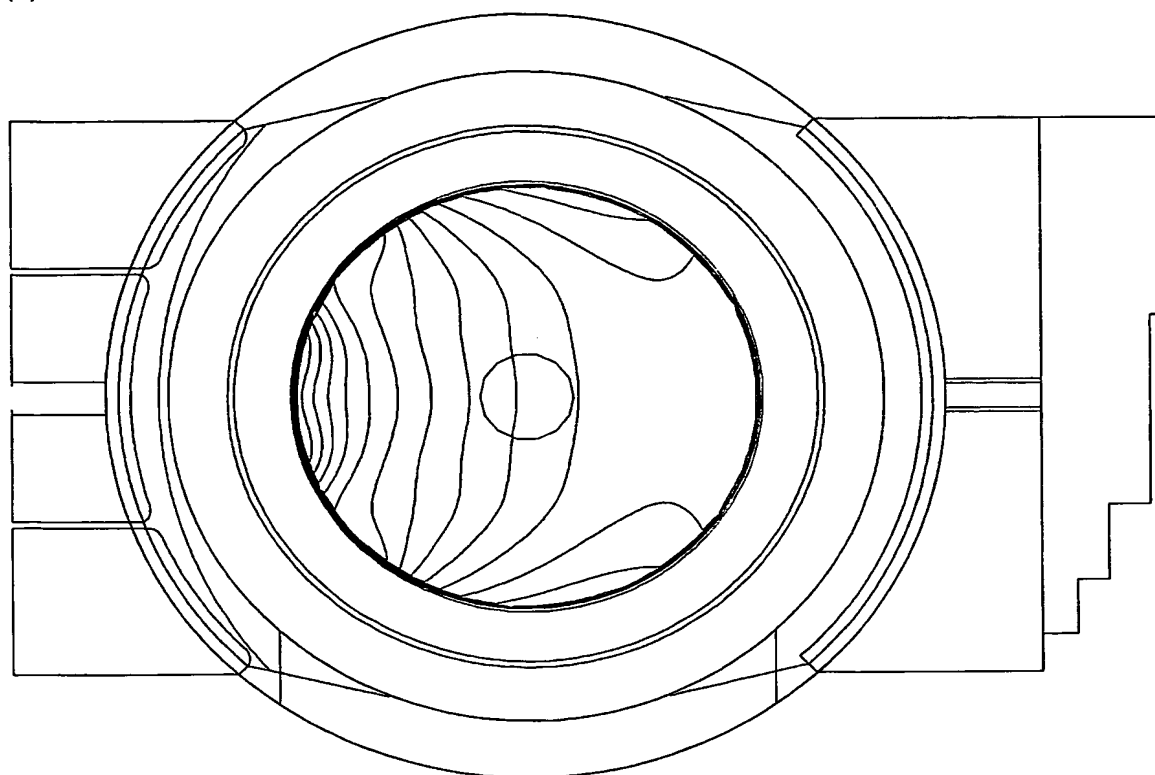


(b)

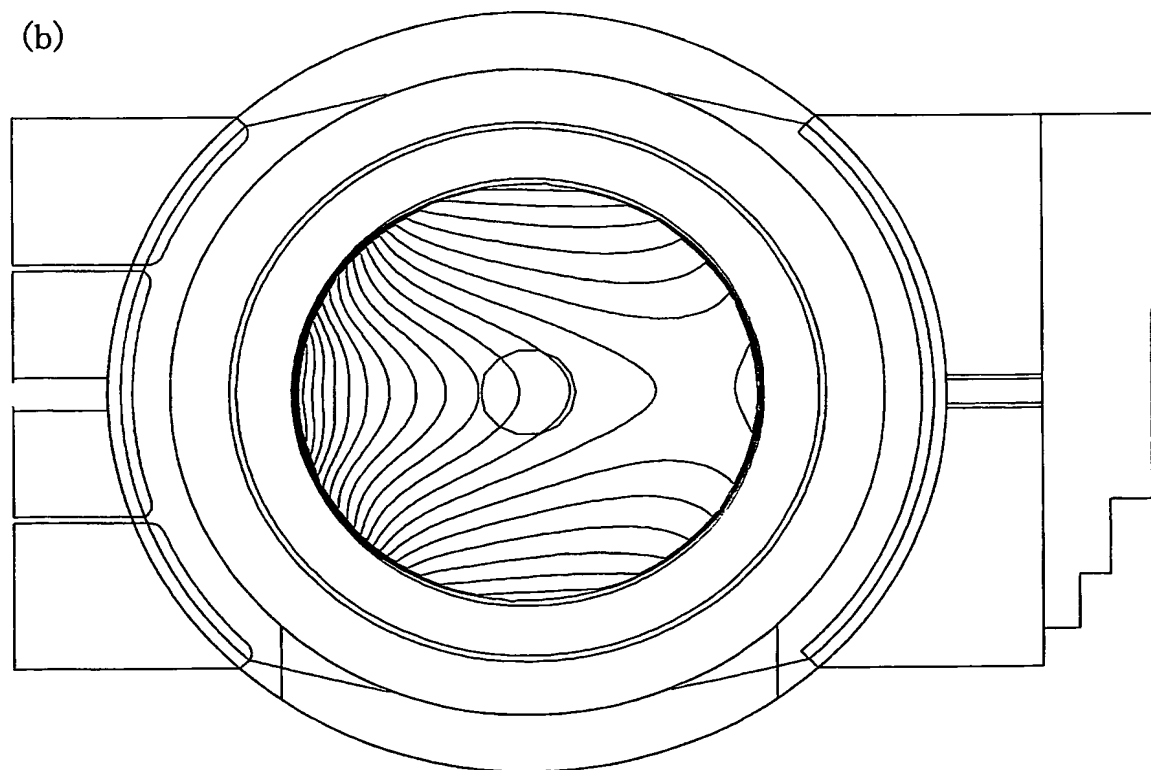


【図 11】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 良好な膜厚分布を確保するために、シリコン単結晶基板上に流れる原料ガスの流通経路をより均一にすることができる気相成長装置と、それを用いたエピタキシャルウェーハの製造方法とを提供する。

【解決手段】 本発明の気相成長装置 1 は、枚葉式として構成されている。原料ガス G は、ガス導入口 21 から反応容器 2 内に導かれる。サセプタ 12 の周囲には堤部材 23 が配置されており、ガス導入口 21 からの原料ガス G は、堤部材 23 の外周面 23b に当たって上面 23a 側に乗り上げた後、サセプタ 12 上に載置されたシリコン単結晶基板 W の主表面に沿って流れる仕組みである。堤部材 23 の上方には、該堤部材 23 と向かい合う形で上部内張り部材 4 が配置されている。堤部材 23 と上部内張り部材 4 との間には、ガス導入隙間 60 が形成されている。気相成長装置 1 においては、ガス導入隙間 60 の水平基準線 HSL に沿う方向の形成長さが、該水平基準線 HSL から遠ざかるにつれて減少するか、もしくは、いずれの位置においても一定となるように、上部内張り部材 4 の寸法調整がなされている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 4 1 9 2 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 9 0 1 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番 2 号

氏 名

信越半導体株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/017193

International filing date: 18 November 2004 (18.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-419201
Filing date: 17 December 2003 (17.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse